

PARTIE 1 :  
LES DÉFIS DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DANS L'INDUSTRIE MINIÈRE

# Mines et développement durable, comment aborder la quadrature du cercle?

Claude VILLENEUVE, Olivier RIFFON, Ian SEGERS  
et David TREMBLAY

## Résumé

L'opérationnalisation du développement durable dans le domaine des ressources minières comporte une dimension paradoxale. Comment parler de durabilité dans l'extraction de ressources non renouvelables? Il est toutefois possible de résoudre cette apparente contradiction en considérant une vision plus large et systémique du concept de développement durable et en appliquant à diverses échelles, les instruments appropriés. Dans cet article, nous explorons les façons dont le développement durable peut être mis en œuvre dans le monde minier. Les éléments essentiels sont associés à une vision du cycle de vie, non seulement de la mine, mais du produit de l'extraction minière et de la prise en considération des impacts environnementaux, économiques et sociaux tout au long de ce cycle de vie. La prise en compte explicite du développement durable dans les projets miniers, dans les entreprises et plus largement dans les politiques encadrant le développement minier constitue la clé pour résoudre le paradoxe de la quadrature du cercle.

## 1. Introduction

Est-il possible de qualifier de «durable» une activité industrielle qui repose sur l'exploitation des ressources non renouvelables? La destinée d'une mine est d'être fermée au terme d'une période plus ou moins longue d'extraction de son minerai. Cet inéluctable épuisement de la ressource est-il incompatible avec le développement durable (DD)? Cette question est d'autant plus brûlante que la demande pour les matières premières minérales augmente partout dans le monde en même temps que le consensus international milite de plus en plus pour l'application universelle des principes du DD. L'adoption, le 27 septembre 2015, par l'Assemblée générale des Nations Unies de 17 Objectifs de développement durable (ODD) et de leurs 169 cibles pour le Programme de développement des Nations Unies pour l'après 2015 en témoigne éloquentement (Nations Unies 2015).

La conciliation entre l'expansion de l'industrie minière et les exigences du DD représente effectivement un grand défi et plusieurs insuffisances persistent en matière d'opérationnalisation du concept dans ce secteur. D'aucuns pourraient croire qu'il s'agit d'un dilemme qui s'apparente à la quadrature du cercle.

On n'a jamais résolu la quadrature du cercle. Pourtant, les géomètres babyloniens sont parvenus, en découpant un grand nombre de carrés, à couvrir presque parfaitement la surface d'un cercle. Tout comme l'ont fait les Babyloniens, nous croyons qu'il importe d'aborder le DD dans le monde minier de manière à la fois pragmatique et stratégique, et ce, à trois niveaux de gestion, la gestion elle-même (stratégie pragmatique), la gestion organisationnelle (stratégie planificatrice) et la gestion sociétale. Cet article détaillera les enjeux du monde minier par rapport aux dimensions du développement durable et utilisera des exemples d'outils et des applications concrètes pour illustrer les avantages et souligner les limites, les difficultés et les éléments porteurs pour chacune des trois stratégies.

## 2. Le développement durable

Depuis le début des années 1970, l'idée d'un développement qui sort des ornières de la simple valorisation économique des ressources, en évacuant les externalités environnementales et sociales, a fait l'objet de nombreux débats. Cependant, le DD fait aujourd'hui l'objet d'un consensus international. C'est ainsi que dans la foulée du Sommet Rio+20, ont été développés les ODD et leurs cibles. Ces objectifs, de portée universelle, remplaceront les objectifs du Millénaire pour le développement. Le DD devient ainsi une nécessité qui interpelle non seulement les États, mais aussi l'ensemble des parties prenantes comme les entreprises, les municipalités et les organismes de protection de l'environnement.

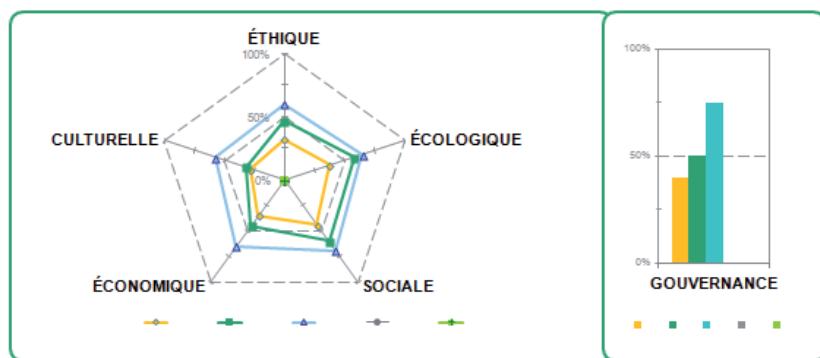


Figure 1: Modèle dynamique à six dimensions du développement durable.

La représentation la plus souvent proposée du DD est un diagramme statique formé de cercles à l'intersection desquels se situe la durabilité. Toutefois, en plus de 40 ans d'histoire, le concept s'est complexifié du fait de multiples débats et études. Aujourd'hui, avec l'adoption des ODD, le DD est considéré comme un réseau complexe d'interactions entre de multiples composantes de l'activité humaine (LeBlanc 2015). Dans cet article, nous ferons appel à un modèle dynamique à six dimensions (figure 1), ajoutant l'éthique, la culture et la gouvernance au modèle classique (Villeneuve et al. 2016). Comme on peut le constater, ce modèle permet, par un diagramme barycentrique, de voir comment chacune des dimensions s'approche d'un état souhaité

représenté par une valeur de 1 ou 100%. La dimension gouvernance, plus opérationnelle que les autres, est représentée par un histogramme. La figure 1 montre la performance d'un projet hypothétique évalué à trois moments différents de sa mise en œuvre.

La nature dynamique du modèle utilisé est particulièrement importante pour bien comprendre comment appliquer le concept. En effet, le diagramme permet de concevoir à la fois la performance pour chaque dimension et l'équilibre entre les dimensions, illustrant du même coup la vision systémique qu'il faut développer afin d'éviter le déplacement des impacts et la nature perfectible de toute politique, stratégie, programme ou projet. Les six dimensions représentent des éléments permettant de satisfaire les besoins humains, en référence à la définition du rapport Brundtland (Commission mondiale sur l'environnement et le développement [CMED] 1988) et d'autres textes internationaux parus par la suite (Villeneuve 1998, Villeneuve et al. 2016).

Le développement minier peut-il se qualifier dans un tel modèle ? Le DD est une hypothèse qui reste à démontrer dans le domaine minier comme ailleurs. En effet, on ne peut qualifier quelque chose de durable qu'à posteriori. Malgré les doutes qui sont véhiculés un peu partout, nous sommes persuadés qu'en analysant de manière complexe et systémique les problématiques propres au secteur minier, des propositions innovantes peuvent être mises de l'avant.

### 3. Les enjeux du monde minier

Cette section présente quelques enjeux du secteur minier qui interpellent le développement durable dans chacune de ses dimensions.

#### 3.1 La nature du développement minier

Le premier enjeu du développement minier tient dans la nature non renouvelable et dans la répartition géographique des structures géologiques favorables. Il n'y a donc pas de relation entre le lieu d'extraction et le lieu d'utilisation de la ressource, non plus que de correspondance entre la demande des minéraux et l'abondance des ressources.

Le développement peut être vu comme un processus d'adaptation visant à améliorer une situation perçue comme perfectible. Le développement minier, pour sa part, vise à satisfaire les besoins de marchés mondiaux qui serviront *in fine* à mieux répondre à des besoins exprimés par des humains. Dans une perspective économique classique, l'augmentation de l'activité économique, qui se traduit par une progression du PIB, est un signe d'augmentation de la richesse. Celle-ci représente une meilleure marge de manœuvre pour satisfaire les besoins des sociétés. La croissance économique est donc considérée à la fois comme le résultat et l'objectif du développement. C'est une boucle de rétroaction positive. Mais il y a certains secteurs d'activité humaine où cette rétroaction est problématique. C'est particulièrement le cas de l'industrie minière ; dans un monde aux ressources limitées, il est impossible d'entretenir indéfiniment une boucle de rétroaction positive lorsque l'activité principale du secteur est basée sur l'extraction de ressources non renouvelables. Il faut donc d'abord distinguer la vie de la mine

qui est un processus unidirectionnel (exploration, mise en production, exploitation, fermeture, réhabilitation du site) du cycle de vie des ressources extraites de la mine qui peut, ou non, impliquer une phase de recyclage plus ou moins efficace après le traitement du minerai et sa première utilisation.

En effet, le recyclage des éléments métalliques est possible, quoique rendu difficile par l'intégration d'autres éléments dans des alliages, des matériaux composites, etc. (Rombach 2006). À titre d'exemple, le recyclage de l'aluminium, qui est facile et très rentable en termes énergétiques, est limité à environ 30 % des volumes d'aluminium produits dans le monde chaque année (World Aluminum Institute 2015). L'amélioration de la performance du recyclage est possible, mais il faut concevoir et mettre en place des filières et des modes de fabrication intégrés dans une optique d'écoconception (United Nations Environment Programme 2013). Le recyclage est carrément impossible pour des éléments comme les terres rares qui sont utilisées en petite concentration dans divers produits. Quant à des ressources comme les phosphates, et surtout les carburants fossiles, ils sont dissipés ou détruits par leur usage de sorte que les flux de ces ressources géologiques sont unidirectionnels.

L'augmentation de la demande des ressources minérales se justifie par le rôle qu'elles jouent dans la satisfaction de besoins humains diversifiés. Comme le développement durable vise à répondre aux besoins de la génération actuelle tout en permettant aux générations futures de répondre aux leurs, selon la définition de la commission Brundtland (CMED 1988), le développement minier devrait s'inscrire dans une vision large du développement durable malgré la nature finie des ressources.

Selon Steffen et al. (2011) de l'International Geosphere Biosphere Program, nous serions entrés dans un nouvel intervalle de temps géologique appelé l'Anthropocène, où l'impact de l'humanité se fait sentir à l'échelle planétaire. Cette période se caractérise par l'expansion tant des effectifs humains que de la technologie, le tout se traduisant par une consommation accélérée des ressources énergétiques et minérales.

Les prévisions sur l'évolution démographique annoncent pour 2050 deux milliards de nouveaux « consommateurs » portant à neuf milliards le nombre d'humains sur Terre. Cette croissance de la demande devrait être accompagnée par un quadruplement de l'économie mondiale (Organisation de coopération et de développement économique [OCDE] 2012) et par un doublement de la consommation d'énergie. Pour atteindre, en 2050, le niveau de vie des habitants des pays membres de l'OCDE, il faudrait que l'économie mondiale soit multipliée par quinze dans la même période (Jackson 2009). La pression pour satisfaire cette demande croissante devrait influencer à la hausse la demande pour les ressources minérales, nonobstant les efforts de recyclage et d'économie circulaire qui pourraient être mis en place d'ici là

Il est donc vraisemblable que la demande pour des ressources minérales soit en hausse à divers degrés, avec comme conséquence une raréfaction des gisements « faciles » ou « conventionnels ». L'accès aux nouveaux gisements engendrera des coûts financiers, environnementaux et sociaux de plus en plus élevés (Bihouix et Guillebon 2010, Laforce et al. 2012). En effet, les gisements miniers seront de moins bonne qualité et de teneurs plus faibles en minerais. Les sites éloignés et les conditions cli-

matiques hostiles poseront de nouveaux défis, d'autant plus qu'ils se situent souvent à proximité d'écosystèmes fragiles lorsqu'ils ne sont pas proches de périmètres urbanisés (Mousseau 2012). Or, les mines peuvent avoir des impacts négatifs à chacune des étapes du cycle de vie (à toutes les phases : exploration, construction, exploitation et fermeture/restauration et sur toutes les activités incluant le transport, la transformation des ressources et leur élimination). Ces retombées affectent à l'échelle locale le potentiel d'autres types d'activités économiques, ainsi que diverses composantes du milieu social et écologique. Dans certaines régions où les ressources minérales sont abondantes, les impacts cumulatifs peuvent être très sérieux. Cette vue d'ensemble est rarement évoquée ou considérée par les États ou les promoteurs qui limitent leur analyse aux projets ponctuels, aux apports économiques et aux conséquences de la phase d'exploitation. Idéalement, les impacts du développement minier devraient être regardés dans une perspective de cycle de vie (chacune des étapes de fabrication du produit) afin de s'assurer que les impacts contrôlés par le projet, associés aux fournisseurs de services et de produits de même qu'aux changements affectés par la modification du marché, soient inventoriés, réduits et/ou compensés minimalement à l'échelle locale. En effet, les retombées d'un projet minier peuvent affecter à cette échelle le potentiel économique d'autres types de ressources génératrices d'activités économiques, mais aussi diverses composantes du milieu social et écologique.

Par conséquent, l'industrie minière fait aujourd'hui face à différents enjeux économiques, environnementaux, sociaux, éthiques, culturels et de gouvernance. Cette énumération couvre l'ensemble des dimensions du développement durable exposées précédemment.

### 3.2 Enjeux économiques

L'industrie minière a été largement visée dans les débats sur les effets économiques réels des industries extractives. L'abondance de ressources naturelles, considérée longtemps comme un puissant vecteur de croissance économique, a été critiquée dans les travaux pionniers de Prebisch (1950) et de Singer (1950). Leur théorie prédisait la détérioration lente des termes de l'échange des pays en développement et leur appauvrissement, c'est-à-dire la chute des prix des produits primaires exportés par ces pays par rapport aux prix des produits manufacturés (transformés) importés des pays développés. Toutefois, cette théorie a été contestée par d'autres études économiques (Kolstad 2007, Béland et Tiagi 2009) qui suggèrent que la bonne gouvernance et les mesures politiques et économiques adaptées seraient des facteurs essentiels pour permettre à l'abondance des ressources minières de contribuer à une croissance économique positive.

Un autre effet économique a été qualifié par Sachs et Warner (1995) de «syndrome hollandais» faisant référence aux difficultés éprouvées par l'économie hollandaise à la suite de la mise en exploitation, dans les années 1960, des réserves de gaz naturel. La performance économique des pays décroîtrait lorsque la dépendance à l'exportation des minéraux s'accroît (Pegg 2003, Papyrakis et Gerlagh 2004), vu l'augmentation du taux de change des monnaies nationales et la migration du travail et

du capital en provenance des autres secteurs productifs nationaux. Cela provoquerait une baisse des exportations agricoles et manufacturières, et de ce fait une économie spécialisée fort dépendante du secteur minier et de ses fluctuations. Mousseau (2012) qualifie le Canada de «vrai cas de la maladie hollandaise».

Le phénomène *boom and bust* caractérise aussi les retombées économiques de l'industrie minière (The Pembina Institute 2008, Tremblay et al. 2013). Une période de forte croissance économique est alors suivie par une rapide décroissance. La première phase correspond, en général, à la création d'emplois, à la mise en place des infrastructures et services sociaux ainsi qu'aux redevances minières (Pelletier 2012). La seconde phase correspond à la décroissance économique de la fin des projets miniers. Le caractère éphémère de ces retombées est plutôt compatible avec un type de développement limité à la durée de vie de la mine (Villeneuve 2012). Le caractère cyclique du prix des minéraux ajoute aussi une incertitude permanente sur la valeur de l'extraction des ressources et sur la fiabilité des retombées économiques, fragilisant ainsi les communautés mono-industrielles.

### 3.3 Enjeux environnementaux

Les impacts environnementaux associés à l'industrie minière sont nombreux et variables selon les phases du cycle de vie d'une mine (Environmental Law Alliance Worldwide 2010, Pelletier 2012, Villeneuve 2012). Ils peuvent affecter, de manière temporaire ou permanente, l'eau, l'air, le sol et la biodiversité.

Selon la couverture végétale présente, la mise en place des infrastructures minières (routes, forages, parcs à résidus, etc.) nécessite le défrichement, le déblaiement, l'excavation des terrains et leur remblai. Cela entraîne un changement d'usage des terres, la modification de la topographie et la détérioration, voire la destruction des sols. Ces transformations perturbent le régime hydrologique et le fonctionnement des bassins versants (Commission économique pour l'Afrique 2011, Société de l'eau souterraine Abitibi-Témiscamingue 2012). Durant la phase d'exploitation, le potentiel de contribution de l'industrie minière aux changements climatiques est indiscutable (Pearce et al. 2009, Villeneuve 2012). Cette industrie affecte d'une part l'absorption de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) du fait de la déforestation et, d'autre part, les émissions de  $\text{CO}_2$  et d'autres gaz à effet de serre (GES), attribuables aux besoins énergétiques et aux explosifs.

L'exploitation minière requiert une très grande quantité d'eau, parfois en détournant un ou des cours d'eau, ainsi qu'un certain nombre de produits chimiques comme le cyanure dans le cas des mines aurifères (Bihouix et Guillebon 2010, Pelletier 2012). Les sites d'entreposage de rejets miniers occasionnent la plus importante source d'impacts sur la qualité de l'eau par la production d'eaux de drainage minier et sur la qualité de l'air par les poussières aéroportées (Aubertin et al. 2002, Bussière et al. 2005, Plante et al. 2009). En outre, le drainage peut entraîner la présence de contaminants de lixiviation à forte teneur en sulfates et riches en métaux lourds toxiques même à très faible dose (cadmium, cuivre, plomb, arsenic, etc.), voire des matières radioactives, dans le cas des mines d'uranium, par exemple (Pelletier 2012, Bureau d'audiences publiques

sur l'environnement 2015). Certains métaux lourds peuvent être relâchés (Lei et al. 2010) et devenir « biodisponibles » dans les réseaux trophiques, menaçant ainsi la santé et même la vie des organismes biologiques (Álvarez-Valero et al. 2009). Il n'existe pas aujourd'hui de remède universel au problème environnemental majeur que pose ce phénomène (Genty 2012). D'autres voies de disposition des rejets miniers dans la mer, lorsque la localisation des mines le permet, ont été utilisées dans le passé, mais leur innocuité environnementale n'est pas démontrée et cette pratique est désormais interdite dans plusieurs pays, dont le Canada.

L'exploitation minière a également une incidence sur les écosystèmes et la biodiversité durant le cycle de vie de la mine et même après sa fermeture; incidence due notamment à la suppression de la végétation, du sol de couverture, au déplacement de la faune, aux matières et liquides polluants et enfin aux nuisances sonores (Conseil international des mines et métaux 2006, Environmental Law Alliance Worldwide 2010). L'avifaune, les poissons, certains reptiles, les rongeurs fouisseurs et les petits mammifères peuvent être sévèrement affectés. À la fin de vie de la mine, sa fermeture laisse un terrain complètement bouleversé, marqué souvent par des fosses, des stériles et des bassins de décantation (Bihouix et Guillebon 2010, Pelletier 2012). Le sol est en général impropre à l'agriculture et a besoin d'être revégétalisé. Enfin, certains sites miniers sont abandonnés sans aucune restauration (Mousseau 2012, Initiative nationale pour les mines orphelines ou abandonnées 2013). Cette pratique déplorable, qui était la norme jusque dans les années 1970 au Québec, est aujourd'hui plus rare dans les pays industrialisés où les règlements obligent à constituer une fiducie pour la remise en état des lieux après l'exploitation. Dans les pays en voie de développement, d'autres problèmes surviennent en raison de la difficulté des autorités à contrôler les mouvements de population et des pratiques comme l'orpaillage ou le creusage de mines sauvages au pourtour des gisements en exploitation ou après la fin de vie d'une mine.

Enfin, les infrastructures et opérations minières seraient vulnérables aux changements climatiques (Pearce et al. 2009, Villeneuve 2012). La fonte du pergélisol dans les pays nordiques, les phénomènes météorologiques extrêmes et l'augmentation des précipitations pourraient endommager l'intégrité des ouvrages hydrauliques et des structures de confinement des rejets et déchets miniers. Ces phénomènes contribueraient à l'accentuation de l'érosion, du drainage minier et de la pollution des eaux, par exemple par le cyanure (Stratos Inc. 2011). La fonte des glaces et l'effondrement des sols présenteraient des risques pour la sécurité des ponts de glace et l'intégrité structurale des routes terrestres, des ponts et des pistes d'atterrissage en milieu nordique. Ces nouveaux paramètres du climat doivent être pris en considération dans la conception des mines, dans la phase d'opération et à la fermeture des mines.

Les atteintes à l'environnement sont donc multiples, mais restent variables en fonction de la sensibilité des sites, du climat régional et des mesures d'atténuation des impacts mises en œuvre avant, pendant et après l'exploitation d'un gisement.



### 3.4 Les enjeux sociaux, culturels et éthiques

Les activités minières ont également des effets sur les communautés touchées, essentiellement les employés et leurs familles, les communautés locales et ceux qui résident dans le voisinage des sites miniers. Un nombre considérable de perturbations et de déficiences ont été constatées sur les plans sociaux et culturels, et elles posent des questions éthiques. Ces impacts varient selon le niveau de développement du pays concerné (Commission économique pour l'Afrique et Union africaine 2011, Laforce et al. 2012). Ce portrait contrasté est intimement lié aux politiques et réglementations mises en place, à l'efficacité de leur application, à la culture locale et aux structures sociales.

L'exploration et l'exploitation minières perturbent incontestablement le mode de vie des autochtones, leurs coutumes et leurs valeurs symboliques (Conseil international des mines et métaux 2010, Environmental Law Alliance Worldwide 2010). L'occupation de leurs terres et leurs déplacements, l'afflux de travailleurs allochtones et le passage d'une économie locale de subsistance à une économie avec des flux monétaires plus importants peuvent affecter la cohésion des communautés et l'ordre social. Lorsque des mesures de formation et de discrimination positive à l'embauche ne sont pas prises en amont de l'exploitation, la main-d'œuvre locale se voit le plus souvent confinée aux emplois subalternes ou au travail auxiliaire.

Les lieux de travail peuvent être aussi une source de tensions et de conflits entre autochtones et travailleurs allochtones; ces derniers ne développant pas ou peu de sentiment d'appartenance à la communauté d'accueil. Dans les sites éloignés, ce phénomène est accentué par la main-d'œuvre dite «volante», selon le principe du travail par rotation avec service de navette (Conseil international des mines et métaux 2010).

L'alcoolisme, la toxicomanie, la prostitution et les jeux de hasard constituent de sérieux problèmes dans de nombreuses communautés minières (Conseil du statut de la femme du Québec 2010).

Dans les pays en développement, le fléau du travail des enfants et l'inexistence de conditions minimales du travail ou l'ignorance de droits syndicaux désavantagent encore les employés locaux (Commission économique pour l'Afrique et Union africaine 2011, Levacher 2012). Par contre, dans les pays développés, les salaires restent assez élevés et les normes de sécurité du travail sont respectées. La disparité dans les salaires et les conditions de travail entre les travailleurs de la mine et les autres membres de la communauté peuvent alors engendrer des difficultés. Les femmes, qu'elles soient autochtones, employées ou conjointes d'employés, sont aussi affectées (Conseil du statut de la femme du Québec 2010).

L'industrie minière a d'autres impacts sur l'ensemble des communautés. L'immigration non contrôlée et la croissance démographique liée à l'activité économique locale induisent une forte pression sur les services sociaux tels que la santé, l'éducation, le logement et le commerce, lorsqu'ils sont disponibles au préalable (Buxton 2012). Des problèmes de santé et de sécurité au travail sont liés à l'exposition prolongée aux contaminants dans la poussière, l'air, l'eau et le sol ou à la consommation de produits



contaminés comme les poissons, les animaux sauvages, les plantes et l'eau (Conseil international des mines et métaux 2010, Environmental Law Alliance Worldwide 2010, Mousseau 2012).

Ces mélanges de populations, l'importation de valeurs et de pratiques nouvelles, l'ignorance des langues et des traditions locales, peuvent signifier l'altération quelquefois irréversible de la culture des populations affectées. Cela se traduit par des tensions sociales à tous les niveaux.

### 3.5 Les enjeux de gouvernance

En l'absence d'un cadre de gouvernance clair, les impacts de l'industrie minière peuvent avoir des effets négatifs durables. Dans les pays où les lois encadrant l'activité minière sont déficientes ou mal appliquées, où sévit la corruption des autorités nationales ou régionales, et où des conflits ethniques interviennent, les entreprises doivent se doter d'outils d'autorégulation et se soumettre à des normes qui leur permettent d'éviter ou d'atténuer les impacts sur les autres dimensions du DD.

Le défi primordial est d'instaurer une vision globale, multidimensionnelle et à long terme. Cette vision ne peut être renforcée que par une collaboration internationale, une homogénéisation des normes, des principes et des modèles de DD, et une meilleure application des bonnes pratiques, la majorité des entreprises qui exploitent des gisements miniers étant des transnationales (Mousseau 2012, The Natural Resource Charter 2012).

Une bonne gouvernance des entreprises devrait se caractériser par :

- une efficacité énergétique à tous les niveaux ;
- plus d'efficacité dans l'extraction, la transformation et le recyclage ;
- la planification holistique des rapports avec les communautés affectées ;
- une qualité d'encadrement de la santé et la sécurité des employés ;
- des mesures de protection de l'environnement et de réduction des nuisances ;
- une stratégie de remise en état des milieux perturbés ;
- une perspective de développement industriel intégrant le cycle de vie des produits.

Au carrefour de tous ces éléments, l'ensemble des parties prenantes sont donc tenues de comprendre et d'accepter leurs rôles et leurs responsabilités, et d'apprendre à les opérationnaliser d'une manière plus inclusive et durable. Mais l'industrie minière n'est pas la seule à être interpellée. En effet, il doit y avoir complémentarité entre les actions des parties prenantes à trois niveaux : dans les projets où le DD s'inscrit dans le quotidien, dans la gestion organisationnelle des entreprises où il s'incarne dans les processus et les valeurs ainsi que dans la gestion sociétale au sens large. Nous allons présenter les conditions permettant d'appliquer le DD à chacun de ces niveaux.

## 4. Appliquer le développement durable à l'échelle des projets miniers

Les impacts d'un projet minier dépendent très directement du mode de gestion prévalant dès sa conception et tout au long du cycle de vie de la mine. Ce niveau de «gouvernance» a été identifié comme un élément-clé dans la construction d'un avenir durable de l'exploitation minière localement et globalement (Buxton 2012). Ce niveau correspond à une **stratégie pragmatique** (Villeneuve et al. 2016), où le DD progresse par l'implantation d'actions qui visent à apporter des améliorations concrètes touchant ses différentes dimensions, selon les enjeux ou les perspectives propres à chaque projet. Les objectifs du DD sont atteints par le cumul d'initiatives, bien que l'analyse de la performance se fasse dans le cadre géographique et temporel du projet. Ainsi, en fonction de leur contexte territorial et des enjeux soulevés par une ou des parties prenantes, chaque projet peut alors être conçu ou évalué en fonction de critères de DD spécifiques au contexte. Cela peut se faire au moyen d'outils d'analyse comme les analyses économiques, sociologiques et culturelles, l'évaluation environnementale et l'analyse de DD. Ces outils permettent le choix et le suivi d'indicateurs pertinents. Il est alors possible d'influencer rapidement et efficacement les projets. Appliqués en amont, ils préviennent efficacement les problèmes et facilitent la communication du risque et l'acceptabilité sociale.

Une pareille démarche peut se construire à partir d'un diagnostic initial du projet, visant l'identification de lacunes, de possibilités et de projets potentiels. Des bonifications sont élaborées pour atteindre des objectifs et cibles consensuels, déterminés à partir d'un cadre de référence. C'est une stratégie qui peut se révéler féconde pour les entreprises minières qui peuvent agir de manière différenciée sur chaque projet.

On trouve dans les dernières années au Québec et ailleurs dans le monde de très nombreux exemples de ce type d'initiatives (Villeneuve 2012). Celles-ci sont imposées par les autorités réglementaires ou font l'objet de mesures volontaires.

Toutefois, si ce travail à la pièce permet de progresser malgré des moyens et des échéanciers limités, il demeure difficile pour une entreprise de colliger l'information sur l'ensemble des projets et de rendre les apprentissages transférables à d'autres situations. Une stratégie par projet n'implique pas nécessairement de système de gestion de l'information ni de processus intégrés et transversaux. Il faut donc une forme de reddition de comptes et une stratégie de communication appropriées. Les regroupements d'informations peuvent être confiés à des tiers, gouvernements ou regroupements sectoriels d'entreprises, même si on se heurte rapidement à des problèmes de confidentialité et de crédibilité dans les sources de données.

## 5. Appliquer le développement durable à l'échelle des entreprises minières

Les **stratégies planificatrices** (Villeneuve et al. 2016) préconisent l'adaptation des outils de gestion stratégiques pour faire progresser l'application des principes de DD dans les organisations. L'utilisation d'un système de gestion favorise une démarche évolutive, flexible et adaptative, orientée vers l'amélioration continue, mais avec une vision claire des objectifs à atteindre.

Dans une **stratégie planificatrice**, la dynamique du DD est d'abord axée sur le processus plutôt que sur les résultats prévisibles (Villeneuve et al. 2016). Ce processus est cohérent avec la démarche du *Plan Do Check Act* (Shewhart 1986), un outil de gestion organisationnelle, ou encore avec l'éco-circuit proposé par Ferrand (2000), qui détaille les étapes d'un tel système de gestion.

Ce type de stratégie implique également de vérifier régulièrement que les perspectives de développement de la mine suivent les objectifs du DD. C'est une stratégie qui demande de documenter les processus à l'échelle de l'entreprise, de mesurer les indicateurs et d'inciter l'entreprise à rendre des comptes, de façon à permettre une réaction ou une adaptation lorsque nécessaire. Ce processus, qui est routinier pour la dimension économique d'un projet minier doit embrasser aussi bien les autres dimensions du DD. Une semblable démarche permet une adaptation des outils et des principes du DD à la culture de la collectivité, grâce à la réflexion stratégique qui entoure le processus.

Au niveau organisationnel, une stratégie planificatrice du DD devrait permettre à une entreprise d'instaurer une vision globale, multidimensionnelle et à long terme de son développement, et d'utiliser des outils pertinents et adaptés pour encadrer cette démarche dans un processus d'amélioration continue. Des systèmes de gestion du DD devraient permettre de prendre en compte l'ensemble des considérations économiques, sociales, écologiques, éthiques et culturelles dans les processus de gestion et de gouvernance pour analyser cette complexité.

Ce type de stratégie trouve sa pertinence dans le contexte actuel de l'industrie minière. Face à la multiplication des pressions externes, les entreprises minières se préoccupent de plus en plus d'améliorer leur crédibilité et de satisfaire les attentes des parties prenantes. Cette préoccupation représente un impératif stratégique pour répondre aux exigences réglementaires, maximiser la valeur pour l'actionnaire et minimiser les risques et enjeux liés à leurs activités (Smouts et Antoine 2008, Lefebvre-Dutilleul 2012). Plusieurs études et enquêtes internationales ont retracé la transition progressive des initiatives des entreprises minières en matière de DD et de responsabilité sociale (ou sociétale) des entreprises (RSE) (KPMG 2012, McMahon et Cervantes 2012, PwC 2013). La RSE peut être définie comme une forme de contribution des entreprises au DD. Celui-ci constitue un objectif à atteindre alors que la responsabilité sociale comporte une modalité de réponse s'exprimant à travers des stratégies, des dispositifs de gestion, etc. (Capron et Quairel-Lanoizelée 2010). En d'autres termes, la RSE concerne la gestion des impacts sociaux et environnementaux des décisions et des activités d'une entreprise se traduisant par un comportement

éthique et transparent (Aubrun et al. 2010), dans une démarche le plus souvent planificatrice.

La communication de l'entreprise avec les parties prenantes est essentielle pour bâtir une plus grande confiance et assurer la coopération et la participation effective du public à la prise de décision (Buxton 2012). La qualité de l'information et de son utilisation, son accessibilité et sa crédibilité affectent l'interaction de tous les acteurs du secteur minier (Aubrun et al. 2010). L'accès à l'information constitue aussi un gage de transparence et une condition critique pour l'acceptabilité sociale (Chaire en éco-conseil 2012, The Natural Resource Charter 2012). L'utilisation d'indicateurs de performance requérant des informations qualitatives ou quantitatives spécifiques sur des performances ou des résultats liés à l'organisation permettra d'obtenir des informations comparables qui illustrent un changement au fil du temps. En matière de divulgation de l'information, la reddition de comptes représente un outil de communication incontournable pour qu'une compagnie minière démontre ses bonnes performances (Capron et Quairel-Lanoizelée 2010). La majorité des entreprises de grande envergure publient des rapports de DD qui sont ou non inclus dans leurs rapports annuels ou financiers (PwC 2012). Certains publient sur leur site web des informations de durabilité. Les cadres de DD les plus utilisés sont ceux du Global Reporting Initiative et du Conseil International des Mines et Métaux (PwC 2012). Au Québec, l'Association minière du Québec et ses membres adhèrent, depuis juin 2014, à l'initiative *Vers le développement minier durable*, «un programme conçu pour améliorer graduellement les pratiques environnementales et sociales des sociétés minières». Ils doivent évaluer tous les ans leur rendement lié à 23 indicateurs classés dans 6 catégories : la gestion des résidus, les relations avec les autochtones et les collectivités, la gestion de la conservation de la biodiversité, la gestion de l'énergie et des émissions de gaz à effet de serre, la santé et la sécurité, et la planification de la gestion de crise (<http://www.amq-inc.com/lindustrie-miniére/developpement-durable>).

Il existe des limites et des difficultés à l'application de cette approche dans le domaine minier. D'emblée, la structure du processus peut sembler complexe, ce qui peut décourager certaines entreprises. Les systèmes de gestion peuvent être longs à mettre en place et ne pas donner de résultats concrets à court terme. L'adaptation des pratiques pour intégrer le développement durable dans un établissement existant ne répare pas nécessairement les passifs. De même, lorsqu'une entreprise acquiert les actifs d'une autre, elle hérite aussi de ses passifs et de ses modes de gestion. Cela se traduit parfois par des effets qui entachent la réputation d'une entreprise, même si elle a implanté une démarche de DD.

Enfin, le risque des politiques cosmétiques (*greenwashing*) et de l'autocertification souvent complaisante de l'industrie, ne peut être écarté. Bien que les entreprises minières aient déployé des efforts non négligeables pour l'atténuation des impacts environnementaux et le renforcement des processus participatifs, les défis environnementaux et sociaux doivent être abordés et réglés avec davantage de transparence. Or, la majorité des entreprises minières procèdent à la promulgation de codes de conduite sans y adjoindre ni politique ni procédure d'application.

Enfin, cette stratégie n'implique pas nécessairement des questionnements plus globaux (paradigme, logique économique, structure du marché, etc.). Pour réellement changer les façons de faire dans le monde minier, il faut un troisième niveau, la gestion sociétale.

## 6. Gouvernance sociétale du monde minier

Plusieurs enjeux sont difficilement intégrables à l'échelle des projets ou des entreprises, et doivent être gérés à l'échelle sociétale : diversification de l'économie locale, éducation et formation continue, développement culturel et social, production d'un maximum de valeur ajoutée près des lieux d'extraction, développement des connaissances (recherche), approche de cycle de vie des projets. En effet, le DD s'incarne dans les outils de gouvernance que notre société se donne pour mieux vivre entre nous et avec la nature, par exemple les lois et règlements encadrant l'évaluation environnementale, les mécanismes de redistribution de la richesse, les systèmes d'éducation et de santé publics qui contribuent à l'atteinte de ses objectifs. Il procède par hypothèses dans l'incertitude du futur. Il est à la fois un objectif et un cadre de référence dans un monde en changement. Pour illustrer le besoin d'une gouvernance sociétale, qui regroupe les gouvernements, les ONG, la société civile, les médias et les centres de recherche, voici trois lieux d'implication pertinents.

### 6.1 Le renforcement des responsabilités gouvernementales

Les gouvernements sont généralement fiduciaires des ressources naturelles de leur territoire et doivent les gérer au bénéfice de leurs citoyens présents et futurs (Buxton 2012, OCDE 2012, The Natural Resource Charter 2012). Ils doivent contribuer à toutes les étapes de la « chaîne de décisions » du développement de ressources naturelles, c'est-à-dire de l'établissement des conditions de l'exploration et de l'extraction, des contrôles environnementaux jusqu'à l'investissement des redevances, notamment la promotion du développement et la diversification économique.

En effet, l'État est responsable d'encadrer une industrie minière pour qu'elle œuvre sur une base soutenable et qu'elle réponde aux aspirations des groupes concernés en demeurant prospère et compétitive (Campbell 2012). La conciliation de ces grands objectifs illustre bien la situation, que Szablowski (2010) qualifie de « difficile », devant laquelle sont placés la plupart des États à fort potentiel minier. Le gouvernement, en tant que régulateur, a de nombreux rôles qui peuvent apparaître contradictoires : promoteur du développement économique, auditeur qui vérifie la conformité, et en même temps, médiateur entre les communautés et les entreprises, de même que responsable de la gestion durable des ressources naturelles (Buxton 2012). Des politiques gouvernementales et des cadres réglementaires efficaces ont donc un rôle important à jouer dans le renforcement des responsabilités gouvernementales envers l'industrie minière (Lambert 2012). La conformité des politiques minières avec le DD ne pourrait être garantie que par une « gouvernance » réussie des ressources

(The Natural Resource Charter 2012). Cette gouvernance est tributaire de la volonté politique selon les différentes échelles des autorités gouvernementales, de l'aptitude et de la capacité à prendre des décisions difficiles et complexes, et à les mettre en œuvre avec succès.

La coopération et la complémentarité entre les secteurs sont aussi nécessaires. Les gouvernements devraient établir des cadres de planification intégrée de l'utilisation des terres en vue d'équilibrer les différents droits d'occupation et d'utilisation du territoire, ainsi que les multiples intérêts, souvent concurrentiels, entre les différents secteurs (agriculture, foresterie, exploitation pétrolière, aménagement urbain, etc.) (Nature Québec 2010, Buxton 2012). Quant aux règles de conformité des projets miniers, la plupart des recommandations proposées s'articulent autour de trois éléments principaux : les conditions et normes d'autorisation, le suivi des activités minières et la postfermeture (Mousseau 2012).

Au Québec, malgré la récente réforme du régime minier, le *free mining*, lequel consacre la préséance des droits miniers sur d'autres droits et usages, est fort critiqué (Campbell 2012, Mousseau 2012). Depuis 2009, l'Ontario a établi un ordre de préséance différent pour le sud et le nord de la province, donnant ainsi une prise aux citoyens sur le développement minier du territoire dans les zones habitées et un mécanisme plus élaboré pour l'exercice des droits des autochtones (Ministère du Développement du Nord et des Mines 2012).

La contribution du secteur public à l'opérationnalisation du DD en industrie minière suppose que les institutions publiques disposent des compétences et des capacités humaines et matérielles nécessaires pour assumer pleinement leur rôle de régulateur (Campbell et al., 2012). Le recours nécessaire à des ressources humaines et intellectuelles pour gérer le secteur permettra de doter les pouvoirs publics de capacités suffisantes pour la négociation des clauses et conditions des accords d'exploitation des gisements minéraux, l'administration du système fiscal et des accords conclus, la tarification et les redevances minières, ainsi que le suivi et l'inspection. La gestion de l'information et son partage avec les parties prenantes du secteur minier sont aussi importants. Pour ce faire, il est primordial que le gouvernement ait les informations et les outils de gestion lui permettant d'acquérir et de maintenir une bonne connaissance de l'ensemble des facteurs qui influencent le secteur minier.

Pour assurer une bonne gouvernance du secteur minier, il importe que les gouvernements sachent éclaircir leurs rôles et responsabilités à chacune des étapes et qu'ils agissent avec rigueur et transparence. L'adoption d'un cadre de référence en développement durable devient alors un outil permettant de justifier et de suivre l'évolution des projets et leurs impacts sur le territoire dans chacune des dimensions du DD.

## 7. La recherche

Comme nous l'avons vu jusqu'ici, les enjeux du développement minier vont bien au-delà de la géologie et des aspects financiers. La collaboration avec des équipes universitaires interdisciplinaires peut permettre de « penser en dehors du trou ». Il importe en effet d'introduire dans le monde minier des innovations sociétales et environnementales susceptibles de répondre aux nouveaux enjeux du DD.

Jusqu'à présent, de nombreuses solutions et pistes potentielles ont été proposées pour minimiser les multiples impacts, favoriser l'acceptabilité sociale et relever les défis de l'industrie minière en y rendant le DD opérationnel. Cependant, pour certaines solutions, plusieurs limites persistent et empêchent d'obtenir les résultats ciblés. L'innovation et le développement des activités de recherche s'avèrent une très bonne voie pour renforcer « l'intelligence minière » et trouver des solutions novatrices aux défis du DD (Bouyouud 2007, Varet 2007, Kerr 2010, OCDE 2012, Réseau entreprise et développement durable 2012).

L'innovation minière, souvent considérée du point de vue technologique, devrait se baser sur des approches multidimensionnelles et pluridisciplinaires (Filippou et King 2011, Minalliance 2012, OCDE 2012). Elle peut être aussi réglementaire, institutionnelle, économique, sociale et comportementale (Réseau entreprise et développement durable 2012). Plusieurs domaines nécessitent encore plus de recherche, d'expérimentation et de réflexion. Ces domaines concernent les différentes dimensions du développement minier durable et exigent plusieurs expertises.

Les questions de la régulation du secteur minier, de l'élaboration de normes, de réglementations, d'outils de la RSE, d'analyse du DD, la mise en place des technologies d'exploration et d'exploitation minières plus efficaces, des produits miniers de type *low-tech* ainsi que l'économie verte et le recyclage des métaux sont les plus fréquemment citées.

Sur le plan environnemental, des recherches sur la lutte contre la pollution, le drainage minier, les mesures d'atténuation des changements climatiques, l'efficacité énergétique, la gestion des eaux industrielles et la restauration des sites miniers sont encore nécessaires. En outre, la santé et la sécurité au travail et l'innovation sociale en matière d'approches participatives et de changement de comportements des consommateurs font encore défaut (Buxton 2012, Campbell 2012, OCDE 2012).

À titre d'exemple, la Chaire en éco-conseil de l'UQAC collabore depuis près de dix ans avec des entreprises minières et a produit des recherches sur les émissions de gaz à effet de serre de différentes options d'exploitation et de transport du minerai, le potentiel de création de puits de carbone sur les parcs à résidus, l'écologie industrielle pour la réhabilitation des parcs à résidus, le potentiel de substitution de carburants fossiles par des carburants lignocellulosiques issus de la biomasse résiduelle, l'implantation de politiques de développement durable dans l'entreprise, l'analyse de développement durable appliquée à des projets miniers (Tremblay et al. 2013), l'organisation de processus participatifs par le dialogue (Segers 2014) en amont d'un processus d'audiences publiques (Huybens et al. 2012) et même la valeur spirituelle de certains éléments du territoire (Henry et Huybens 2013).



Les entreprises minières jouent un rôle important comme catalyseurs de l'innovation (Réseau entreprise et développement durable 2012). En conséquence, les entreprises ne devraient pas considérer les initiatives d'innovation comme des centres de coûts, mais bel et bien comme des occasions à la fois de contrecarrer leurs impacts, d'optimiser leurs performances et d'augmenter leur rentabilité. L'innovation peut se révéler complexe, coûteuse et nécessite parfois beaucoup de temps et de travail de recherche et de consultation. Les entreprises minières devraient alors collaborer entre elles et étendre leurs réseaux de partenariat notamment avec les industries transformatrices des ressources minières, les ONG et les associations industrielles. Les gouvernements sont tenus aussi d'imposer des exigences de transfert technologique (Mousseau 2012).

## 7.1 Diffuser les bonnes pratiques

Suivant la même logique de la portée globale du DD et de la bonne gouvernance, les actions innovatrices doivent être diffusées largement à l'échelle mondiale et renforcées dans les pays miniers émergents ou en développement (OCDE 2012). La plupart des initiatives sont conçues par les pays développés notamment en Australie et en Amérique de Nord comme le Global Mineral Research Alliance, considéré comme un partenariat pionnier en matière d'innovation et de recherche minières. Plus récemment, les pays européens se sont mobilisés à travers l'initiative de l'Union européenne, « Une union pour l'innovation », concernant l'ensemble de la chaîne de valeur des matières premières et des initiatives nationales comme le programme de la « Mine verte » visant à faire de la Finlande un leader de l'éco-performance dans l'industrie minière. La diffusion des connaissances offre un cadre efficace de diffusion des savoirs et peut contribuer à l'évolution des normes (OCDE 2012). Cela implique un gros travail de formation et de développement des compétences techniques dans les pays du Sud ainsi que la mise en place de dispositifs d'échange d'information entre pays au niveau régional, et une capacité d'analyse stratégique et de prospective globale qui ne peut être concentrée dans les mains de quelques pays (Varet 2007). L'internationalisation du savoir peut être appuyée par la mise en place d'un cadre juridique et des incitations financières qui encouragent la mobilité des chercheurs et la coopération internationale sur des programmes de recherche destinés à surmonter des défis planétaires.

L'adaptation aux changements climatiques est un exemple de secteur où l'innovation est primordiale. L'activité minière se fait sous la plupart des conditions climatiques, partout dans le monde sauf en Antarctique. Les changements climatiques auront des impacts potentiels sur les infrastructures, le transport, l'énergie, les opérations et l'environnement. La récurrence accrue d'événements extrêmes demande une révision des paramètres d'exploitation. La recherche peut ici jouer un rôle pour prévenir les accidents, et pour améliorer la sécurité globale et l'innocuité environnementale des activités minières (Villeneuve 2012).

## 8. Conclusion

Les enjeux du DD liés à l'industrie minière se révèlent complexes. Les débats et les interpellations des parties prenantes envers le monde minier en témoignent tout autant que les réponses qu'apporte ce dernier. Cela implique autant l'opérationnalisation des politiques sectorielles par les administrations publiques et les acteurs politiques, que la mise en œuvre de bonnes pratiques de l'industrie, justifiées par une volonté de DD. Malheureusement, les impacts encourus dans le passé, le lourd héritage de sites orphelins et les pratiques actuelles de certains acteurs industriels, tant dans les pays développés que dans les pays en voie de développement, montrent qu'un large fossé reste à combler, et ce, pour chacune des dimensions du DD.

Ce défi met en cause une responsabilité partagée entre les parties prenantes, quoique le partage ne soit pas facile à délimiter. Il exige notamment le renforcement des responsabilités gouvernementales, l'instrumentation et la généralisation des bonnes pratiques de la part des industries minières, mais aussi le développement d'une réflexion éthique plus généralisée concernant le rôle de l'industrie minière dans la satisfaction des besoins des humains d'aujourd'hui et de demain.

Alors, comment rendre opérationnel le développement durable dans le monde minier?

Comme il existe de nombreux outils de DD, il importe que l'ensemble des parties prenantes, et au premier chef les entreprises ainsi que les gouvernements, réfléchissent sur leurs finalités et approches afin de choisir les bons outils, de même que les bonnes stratégies de mise en œuvre. Dorénavant, les exigences des parties prenantes, les changements prévisibles des conditions de marché tout au long de la période d'opération des mines, l'adaptation aux nouveaux enjeux des changements climatiques et les enjeux de fin de vie vont devoir être pris en considération avant d'accorder les certificats d'autorisation. De plus, le dialogue avec les communautés d'accueil devrait être assuré tout au long du cycle de vie des projets.

La compréhension du DD et de ses défis dans le secteur minier s'est nettement améliorée dans la dernière décennie. Bien que la durabilité en industrie minière constitue indéniablement un processus complexe, il est temps d'identifier les lacunes et faiblesses des pratiques actuelles ainsi que les possibilités et issues novatrices. C'est un préalable pour en tirer des leçons en vue d'améliorer à la fois la performance de l'industrie, l'acceptabilité des projets et leur innocuité environnementale. En termes simples, il faut «penser la mine au-delà du trou». Le développement minier durable repose sur une vision systémique, consensuelle, multi-parties prenantes et globale dans un monde en perpétuel changement. L'objectif est double : réconcilier les antagonismes des intérêts et objectifs des parties prenantes, et assurer les besoins actuels et futurs en ressources minières. Toutes les parties prenantes devront collaborer et s'engager. Il est nécessaire que chacun prenne sa part de responsabilité dans la transformation du modèle de développement de l'industrie minière, en adoptant les bonnes pratiques et en agissant sur le terrain pour favoriser le changement souhaité.

La mondialisation, le déséquilibre Sud-Nord, la corruption et l'atteinte aux droits humains sont autant de facteurs d'incertitude qui nécessitent un travail de longue haleine. Il interpelle la gouvernance à trois niveaux et si la volonté est présente, et que les outils sont correctement appliqués dans une perspective à moyen et long terme, il est réalisable.

À l'instar des géomètres babyloniens, on peut résoudre la quadrature du cercle, sans jamais y parvenir parfaitement. On pourra arriver à opérationnaliser le développement durable dans le domaine minier en appliquant une démarche d'amélioration continue pragmatique, déterminée et transparente.

## Remerciements

Les auteurs remercient la Chaire en éco-conseil et ses partenaires du monde minier (Rio Tinto Alcan, ArcelorMittal Exploitation minière Canada, Iamgold, Niobec, Ressources d'Arianne, Mines Virginia) qui ont fourni, par les divers contrats de recherche réalisés en partenariat avec la Chaire au cours des dernières années, le matériel qui a permis la rédaction de cet article. Nos remerciements vont aussi à madame Najoua Bensalah pour le travail accompli pendant son stage postdoctoral à la Chaire.

## Références

- Álvarez-Valero, A.M., Sáez, R., Pérez-López, R., Delgado, J., et Nieto, J.M. 2009. Evaluation of heavy metal bio-availability from Almagrera pyrite-rich tailings dam (Iberian Pyrite Belt, SW Spain) based on a sequential extraction procedure [en ligne]. *Journal of Geochemical Exploration*, **102**(2): 87–94. doi: 10.1016/j.gexplo.2009.02.005.
- Aubertin, M., Bernier, L., et Bussière, B. 2002. Environnement et gestion des rejets miniers. Manuel sur cédérom. Presses internationales Polytechnique, Montréal, Canada.
- Aubrun, M., Bermond, F., Brun, E., Cortot, J.-L., Delchet-Cochet, K., Graffin, O., Jounot, A., et Ponrouch, A. 2010. ISO 26000: responsabilité sociétale: comprendre, déployer, évaluer. AFNOR éd., La Plaine-Saint-Denis, France.
- Béland, L.-P., et Tiagi, R. 2009. Economic Freedom and the «Resource Curse»: an Empirical Analysis [en ligne]. Fraser Institute, Vancouver, Canada. Disponible à [https://www.fraserinstitute.org/sites/default/filesEconomicFreedomandResourceCurse\\_1.pdf](https://www.fraserinstitute.org/sites/default/filesEconomicFreedomandResourceCurse_1.pdf).
- Bihouix, P., et Guillebon, B. de. 2010. Quel futur pour les métaux? Raréfaction des métaux: un nouveau défi pour la société. EDP sciences, Les Ulis, France.

- Bouyoud, F. 2007. L'institutionnalisation de la responsabilité sociale de l'entreprise : principes théoriques [en ligne]. *Dans* Communication au 5<sup>e</sup> Congrès de l'ADERSE, Grenoble, France. Disponible à [http://www.waderse.org/docatelecharger/congres\\_aderse\\_2008/actes/Articles/Session%201.1/Linstitutionnalisation%20de%20la%20Responsabilite%20Social.pdf](http://www.waderse.org/docatelecharger/congres_aderse_2008/actes/Articles/Session%201.1/Linstitutionnalisation%20de%20la%20Responsabilite%20Social.pdf) [cité le 29 septembre 2015].
- Bureau d'audiences publiques sur l'environnement. 2015. Les enjeux de la filière uranifère au Québec [en ligne]. BAPE, Québec, Canada. Rapp. 308. Disponible à : <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/rapports/publications/bape308.pdf>.
- Bussière, B., Aubertin, M., Zagury, G.J., Potvin, R., et Benzaazoua, M. 2005. Principaux défis et pistes de solution : Les ressources minérales et le développement de l'Afrique pour la restauration des aires d'entreposage de rejets miniers abandonnées. *Dans* Symposium 2005 sur l'environnement et les mines, Rouyn-Noranda, Canada. Cédérom. [cité le 20 décembre 2013].
- Buxton, A. 2012. MMSD+10: Reflecting on a Decade of Mining and Sustainable Development [en ligne]. International Institute for Environment and Development, Londres, Royaume-Uni. Disponible à <http://pubs.iied.org/pdfs/16041IIED.pdf> [cité le 29 septembre 2015].
- Campbell, B.K. 2012. Activités minières et enjeux de développement : mise en contexte pour une discussion sur le rôle des différents acteurs [en ligne]. *Dans* Séminaire de réflexion organisé par l'AQOCI, Centre interdisciplinaire de recherche en développement international et société (CIRDIS). Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada. Disponible à [http://www.icim.uqam.ca/IMG/pdf/BCampbell\\_-\\_AQOCI\\_-\\_26-03-2012.pdf](http://www.icim.uqam.ca/IMG/pdf/BCampbell_-_AQOCI_-_26-03-2012.pdf) [cité le 29 septembre 2015].
- Capron, M., et Quairel-Lanoizelée, F. 2010. La responsabilité sociale d'entreprise. La Découverte, Paris, France.
- Chaire en éco-conseil. 2012. Acceptabilité sociale des projets miniers : l'apport des processus participatifs. Université du Québec à Chicoutimi, Saguenay, Canada.
- Commission économique pour l'Afrique et Union africaine. 2011. Les ressources minérales et le développement de l'Afrique : rapport du groupe d'études international sur les régimes miniers de l'Afrique [en ligne]. Section des publications et de la gestion des conférences de la CEA, Addis-Abeba, Éthiopie. Disponible à [http://www.uneca.org/sites/default/files/PublicationFiles/mineral\\_report\\_fre.pdf](http://www.uneca.org/sites/default/files/PublicationFiles/mineral_report_fre.pdf) [cité le 29 septembre 2015].
- Commission mondiale sur l'environnement et le développement. 1988. Notre avenir à tous. Les Édition du Fleuve, Montréal, Canada.

- Conseil du statut de la femme du Québec. 2010. Les femmes et le Plan Nord : pour un développement nordique égalitaire [en ligne]. Québec, Canada. Disponible à <https://www.csf.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/avis-les-femmes-et-le-plan-nord-pour-un-developpement-nordique-egalitaire.pdf> [cité le 30 septembre 2015].
- Conseil international des mines et métaux. 2006. Guide de bonnes pratiques : exploitation minière et biodiversité [en ligne]. Londres, Royaume-Uni. Disponible à <http://hub.icmm.com/document/925> [cité le 29 septembre 2015].
- Conseil international des mines et métaux. 2010. Guide de bonnes pratiques : les peuples autochtones et l'exploitation minière [en ligne]. ICMM, Londres, Royaume-Uni. Disponible à <http://www.icmm.com/languages/french> [cité le 29 septembre 2015].
- Environmental Law Alliance Worldwide. 2010. Guide pour l'évaluation des projets EIE du domaine minier. Chapitre 1. Généralités sur l'exploitation minière et ses impacts [en ligne]. ELAW, Oregon, États-Unis. Disponible à <http://www.elaw.org/files/mining-cia-guidebook/Full%20French%20Guidebook.pdf> [cité le 29 septembre 2015].
- Ferrand, D. 2000. Piloter l'environnement dans l'entreprise. Ordre des ingénieurs du Québec. Montréal, Canada.
- Filippou, D., et King, M.G. 2011. R&D prospects in the mining and metals industry [en ligne]. Resources Policy, **36**(3): 276–284. doi: 10.1016/j.resourpol.2011.04.001.
- Genty, T. 2012. Comportement hydro-bio-géo-chimique de systèmes passifs de traitement du drainage minier acide fortement contaminé en fer [en ligne]. Thèse de doctorat en sciences de l'environnement, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, Rouyn-Noranda, Canada. Disponible à <http://depositum.uqat.ca/269/1/thomasgenty.pdf>.
- Henry, P., et Huybens, N. 2013. Les services spirituels rendus par le Lac à Paul [en ligne]. Université du Québec à Chicoutimi, Saguenay, Canada. Disponible à <http://constellation.uqac.ca/2549/>.
- Huybens, N., Segers, I., Dessureault, P.-I., et Villeneuve, C. 2012. Acceptabilité sociale des projets miniers : l'apport des processus participatifs. [en ligne]. Université du Québec à Chicoutimi, Chaire de recherche et d'intervention en éco-conseil, Saguenay, Canada. Disponible à <http://ecoconseil.uqac.ca/rapports-dintervention/>.
- Initiative nationale pour les mines orphelines ou abandonnées. 2013. Rapport annuel 2013 [en ligne]. Association minière du Canada (AMC), Ottawa, Canada. Disponible à <http://mining.ca/sites/default/files/documents/Rapportannuel2013.pdf> [cité le 29 septembre 2015].

- Jackson, T. 2009. Prosperity Without Growth?: the Transition to a Sustainable Economy [en ligne]. Sustainable Development Commission, Royaume-Uni. Disponible à <http://www.sd-commission.org.uk/publications.php?id=914>.
- Kerr, R. 2010. Stakeholders' Views of Mining and Sustainable Development [en ligne]. GlobeScan, Toronto, Canada. 2393. Disponible à <http://www.globescan.com/component/edocman/?view=document&id=62&Itemid=591>.
- Kolstad, I. 2007. The Resource Curse: Which Institutions Matter?. CMI, Bergen, Norway.
- KPMG. 2012. Mining Financial Reporting Survey 2012 [en ligne]. KPMG, Switzerland. Disponible à <http://www.kpmg.com/Ca/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/Mining-Financial-Report-Survey-2012-Compressed7.pdf> [cité le 29 septembre 2015].
- Laforce, M., Campbell, B.K., et Sarrasin, B. (éd.). 2012. Pouvoir et régulation dans le secteur minier : leçons à partir de l'expérience canadienne. Presses de l'Université du Québec, Québec, Canada.
- Lambert, I.B. 2012. Geoethics: a perspective from Australia [en ligne]. Annals of Geophysics, **55**(3): 377–378. doi: 10.4401/ag-5556.
- Leblanc, D. 2015. Towards Integration at Last? The Sustainable Development Goals as a Network of Targets [en ligne]. Departement of Economic & Social Affairs, New York, United States. DESA Working Papers No. 141. Disponible à [http://www.un.org/esa/desa/papers/2015/wp141\\_2015.pdf](http://www.un.org/esa/desa/papers/2015/wp141_2015.pdf).
- Lefebvre-Dutilleul, V. 2012. Codes de bonne conduite. Chartes éthiques: outils de gestion des risques. Lamy, Rueil-Malmaison, France.
- Lei, L., Song, C., Xie, X., Li, Y., et Wang, F. 2010. Acid mine drainage and heavy metal contamination in groundwater of metal sulfide mine at arid territory (BS Mine, Western Australia) [en ligne]. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, **20**(8): 1488–1493. doi: 10.1016/S1003-6326(09)60326-5.
- Levacher, C. 2012. Les sociétés transnationales minières face au droit des peuples autochtones. Quels acteurs, pour quels enjeux? [en ligne]. Groupe International de travail pour les Peuples Autochtones, Serves, France. Disponible à <http://gitpa.org/web/RAPPORT CLAIRE.pdf>.
- McMahon, F., et Cervantes, M. 2012. Survey of Mining Companies 2011/2012 [en ligne]. Fraser Institute, Vancouver, Canada. Disponible à <https://www.fraserinstitute.org/sites/default/files/mining-survey-2011-2012-rev.pdf>.

- Minalliance. 2012. 100 innovations dans le secteur minier [en ligne]. Montréal, Canada. Disponible à [http://www.48inter.com/mines-fr/pdf/100innovations\\_secteur\\_minier.pdf](http://www.48inter.com/mines-fr/pdf/100innovations_secteur_minier.pdf).
- Ministère du Développement du Nord et des Mines. 2012. Modernisation de la Loi sur les mines [en ligne]. Toronto, Canada. Disponible à <http://www.mndm.gov.on.ca/fr/mines-et-des-mineraux/loi-sur-les-mines/modernisation-de-la-loi-sur-les-mines>.
- Mousseau, N. 2012. Le défi des ressources minières. Éditions MultiMondes, Québec, Canada.
- Nations Unies. 2015, septembre 25. L'Assemblée générale adopte un Programme de développement durable ambitieux pour «transformer notre monde» d'ici à 15 ans [en ligne]. Disponible à <http://www.un.org/press/fr/2015/ag11688.doc.htm> [cité le 2 juillet 2016].
- Nature Québec. 2010. Loi sur les mines : servir le bien commun avant les intérêts privés [en ligne]. Québec, Canada. Disponible à [http://www.naturequebec.org/fichiers/Aires\\_protegees/ME10-05-05\\_Mines.pdf](http://www.naturequebec.org/fichiers/Aires_protegees/ME10-05-05_Mines.pdf) [cité le 29 septembre 2015].
- OCDE. 2012. Perspectives de l'environnement de l'OCDE à l'horizon 2050 : les conséquences de l'inaction, Synthèses. Organisation de coopération et de développement économique, Paris, France.
- Papyrakis, E., et Gerlagh, R. 2004. The resource curse hypothesis and its transmission channels [en ligne]. *Journal of Comparative Economics*, **32**(1): 181–193. doi: 10.1016/j.jce.2003.11.002.
- Pearce, T., Ford, J.D., Prno, J., et Duerden, F. 2009. Climate Change and Canadian Mining: Opportunities for Adaptation [en ligne]. ArcticNorth Consulting, Canada. Disponible à [http://www.davidsuzuki.org/publications/downloads/2009/Climate\\_Change\\_And\\_Canadian\\_Mining.pdf](http://www.davidsuzuki.org/publications/downloads/2009/Climate_Change_And_Canadian_Mining.pdf).
- Pegg, S. 2003. Poverty Reduction or Poverty Exacerbation? World Bank Group Support for Extractive Industries in Africa [en ligne]. Department of Political Science, Indiana University Purdue University Indianapolis (IUPUI), Indiana, USA. Disponible à <https://www.oxfamamerica.org/static/oa3/files/poverty-reduction-or-poverty-exacerbation.pdf>.
- Pelletier, F.-N. 2012. L'avenir minier du Québec : les sujets environnementaux et de territoire : conversation publique sur l'avenir minier du Québec [en ligne]. Institut du Nouveau Monde, Montréal, Canada. Disponible à [http://inn.qc.ca/Centre\\_doc/6-Avenir-minier\\_sujets\\_environnementaux\\_et\\_de\\_territoire.pdf](http://inn.qc.ca/Centre_doc/6-Avenir-minier_sujets_environnementaux_et_de_territoire.pdf) [cité le 30 septembre 2015].



- Plante, B., Benzaazoua, M., et Bussière, B. 2009. Importance de la rétention des métaux en drainage neutre contaminé [en ligne]. Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, Rouyn-Noranda, Canada. Disponible à [http://www.polymtl.ca/enviro-geremi/pdf/articles/plante\\_CS\\_mai2009\\_MB.pdf](http://www.polymtl.ca/enviro-geremi/pdf/articles/plante_CS_mai2009_MB.pdf) [cité le 29 septembre 2015].
- Prebisch, R. 1950. The Economic Development of Latin America and its Principal Problems [en ligne]. Economic Commission for Latin America, United Nation Department of Economic Affairs, New York, États-Unis. Disponible à <http://archivo.cepal.org/pdfs/cdPrebisch/002.pdf>.
- PwC 2012. Mine: The Growing Disconnect: Review of Global Trends in the Mining Industry - 2012 [en ligne]. PricewaterhouseCoopers, Toronto, Canada. Disponible à <http://download.pwc.com/gx/mining/pwc-mine-2012.pdf> [cité le 29 septembre 2015].
- PwC 2013. Analyse sommaire des régimes de droits miniers de différentes juridictions [en ligne]. PricewaterhouseCoopers, Toronto, Canada. Disponible à [http://www.finances.gouv.qc.ca/documents/Autres/fr/AUTFR\\_RegimesDroitsMiniers.pdf](http://www.finances.gouv.qc.ca/documents/Autres/fr/AUTFR_RegimesDroitsMiniers.pdf) [cité le 29 septembre 2015].
- Réseau entreprise et développement durable. 2012. Innover pour le développement durable : un guide à l'intention des dirigeants [en ligne]. REDD, Montréal, Canada. Disponible à [http://nbs.net/fr/files/2012/12/Rapport\\_executif\\_Innovationpdf](http://nbs.net/fr/files/2012/12/Rapport_executif_Innovationpdf) [cité le 29 septembre 2015].
- Rombach, G. 2006. Limits of metal recycling. *Dans Sustainable Metals Management: Securing Our Future - Steps Towards a Closed Loop Economy. Sous la direction de A. von Gleich, R.U. Ayres, et S. Gößling-Reisemann.* Springer, Dordrecht, Pays-Bas, p. 295–312.
- Sachs, J.D., et Warner, A. 1995. Natural Resource Abundance and Economic Growth [en ligne]. National Bureau of Economic Research, Inc. 5398. Disponible à <http://econpapers.repec.org/paper/nbrnberwo/5398.htm>.
- Segers, I. 2014. Dialogue, éthique et développement durable pour la pratique de l'éco-conseil [en ligne]. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, Saguenay, Canada. Disponible à <http://ecoconseil.uqac.ca/dialogue-ethique-et-developpement-durable-pour-la-pratique-de-leco-conseil/>.
- Shewhart, W.A. 1986. Statistical Method From the Viewpoint of Quality Control. Dover Publications, Inc., New York, États-Unis.
- Singer, H.W. 1950. The distribution of gains between investing and borrowing countries [en ligne]. The American Economic Review, 40(2): 473–485. Disponible à <http://www.jstor.org/stable/1818065>.

Smouts, M.-C., et Antoine, S. 2008. Le développement durable: les termes du débat. 2<sup>e</sup> éd. Armand Colin, Paris, France.

Société de l'eau souterraine Abitibi-Témiscamingue. 2012. L'eau souterraine en bref : menaces à l'eau souterraine [en ligne]. Amos, Canada. Disponible à [http://sesat.ca/eau\\_menace.aspx](http://sesat.ca/eau_menace.aspx) [cité le 29 septembre 2015].

Steffen, W., Persson, Å., Deutsch, L., Zalasiewicz, J., Williams, M., Richardson, K., Crumley, C., Crutzen, P., Folke, C., Gordon, L., Molina, M., Ramanathan, V., Rockström, J., Scheffer, M., Schellnhuber, H.J., et Svedin, U. 2011. The Anthropocene: from global change to planetary stewardship [en ligne]. *AMBIO*, **40**(7) : 739–761. doi: 10.1007/s13280-011-0185-x.

Stratos Inc. 2011. Climate Change and Acid Rock Drainage - Risks for the Canadian Mining Sector [en ligne]. MEND, Ottawa, Canada. MEND Report 1.61.7. Disponible à <http://mend-nedem.org/wp-content/uploads/2013/01/1.61.7.pdf> [cité le 29 septembre 2015].

Szablowski, D. 2010. Operationalizing free, prior, and informed consent in the extractive industry sector? Examining the challenges of a negotiated model of justice [en ligne]. *Canadian Journal of Development Studies*, **30**(1–2):111–130doi:10.1080/02255189.2010.9669284.

The Natural Resource Charter. 2012. Introduction [en ligne]. Disponible à <http://naturalresourcecharter.org/content/preamble> [cité le 30 septembre 2015].

The Pembina Institute. 2008. Boom to Bust: Social and Cultural Impacts of the Mining Cycle [en ligne]. The Pembina Institute, Canada. Disponible à <https://www.pembina.org/reports/boom-bust-final.pdf> [cité le 30 septembre 2015].

Tremblay, D., Bensalah, N., Côté, H., et Villeneuve, C. 2013. Rapport de la démarche d'analyse de développement durable du projet minier Arnaud selon la grille d'analyse de la Chaire en éco-conseil [en ligne]. Université du Québec à Chicoutimi, Chaire de recherche et d'intervention en éco-conseil, Saguenay, Canada. Disponible à [http://ville.sept-iles.qc.ca/CLIENTS/1-villesi/docs/upload/sys\\_docs/20130319\\_Rapport\\_analyse\\_DD\\_Mine\\_Arnaud\\_VF.pdf](http://ville.sept-iles.qc.ca/CLIENTS/1-villesi/docs/upload/sys_docs/20130319_Rapport_analyse_DD_Mine_Arnaud_VF.pdf) [cité le 29 septembre 2015].

United Nations Environment Programme. 2013. Metal Recycling: Opportunities, Limits, Infrastructure. A Report of the Working Group on the Global Metal Flows to the International Resource Panel. Reuter, M. A., Hudson, C., van Schaik, A., Heiskanen, K., Meskers, C., et Hagelüken, C.

Varet, J. 2007. Ressources minérales et développement durable [en ligne]. 4D, L'Encyclopédie du développement durable, Paris, France. Rapp. 43. Disponible à [http://www.encyclopedie-dd.org/IMG/pdf\\_N-43\\_Varet.pdf](http://www.encyclopedie-dd.org/IMG/pdf_N-43_Varet.pdf) [cité le 30 septembre 2015].

- Villeneuve, C. 1998. Qui a peur de l'an 2000?: guide d'éducation relative à l'environnement pour le développement durable. Éditions MultiMondes Montréal, Canada.
- Villeneuve, C. 2012. Climate Change: Challenges for the Mining Industry. Iamgold Workshop, September 17, 2012, Saguenay, Canada.
- Villeneuve, C., Riffon, O., et Tremblay, D. 2016. Comment réaliser une analyse de développement durable? Guide d'utilisation de la grille d'analyse de développement durable [en ligne]. Chaire de recherche en éco-conseil, Université du Québec à Chicoutimi, Saguenay, Canada. Disponible à <http://constellation.uqac.ca/3959/>.
- World Aluminum Institute. 2015. Aluminum for Future Generations [en ligne]. Disponible à <http://recyclingworld-aluminium.org/review/industry-structure.html> [cité le 29 septembre 2015].